

## Diversity of Reptiles Associated with Three Contrasting Areas in a Tropical Dry Forest (La Dorada and Victoria, Caldas)

**Luz Ángela Flórez Jaramillo**  
Universidad del Valle

**Eliana Barona Cortés**  
Universidad del Valle

Recibido: March 2, 2016

Aceptado: June 10, 2016

Pag. 109-123

### Abstract

At present, tropical dry forests are among the most threatened ecosystems in the Neotropics. Likewise, the faunal diversity and especially the group of reptiles that inhabit this ecosystem is poorly known. The objective was to characterize the diversity of reptiles in hacienda La Española (Caldas, Colombia). Three landscape units were differentiated: mining intervention areas, silvopastoral systems and forest areas. A visual encounter survey (VES) was implemented. In the forest, the number of species and individual abundance were the highest compared with the silvopastoral system and the mining area. The species accumulation curves and species richness indicators showed that more sampling effort is required to characterize the reptile community as a whole. The structure and composition of reptiles were significantly different between forest cover and intervened areas. However, the presence of about 50% of species in three habitats reveal the importance of beginning to evaluate different coverage types (natural and transformed) that make up the landscape and understanding how they could be an important element for conservation and management of diversity in semi-natural landscapes.

**Keywords:** fragmentation, mining, silvopastoral, reptiles, dry forest

## Diversidad de reptiles asociados a tres áreas contrastantes en un bosque seco tropical (La Dorada y Victoria, Caldas)

### Resumen

En la actualidad los bosques secos tropicales constituyen uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico. Así mismo, la diversidad faunística y en especial el grupo de los reptiles que alberga este ecosistema es pobremente conocida. El objetivo fue caracterizar la diversidad de reptiles de la hacienda La Española (Caldas, Colombia). Se diferenciaron tres unidades de paisaje: áreas de minería, sistemas silvopastoriles y áreas de bosque. Se implementó el muestreo de relevamiento por encuentro visual (REV). En el área de bosque se obtuvo el mayor número de especies (18) y mayor registro de individuos (108) en comparación con el sistema silvopastoril (16 especies, 44 individuos) y el área de minería (12 especies, 38 individuos). Las curvas de acumulación de especies y los indicadores de riqueza evidencian que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo para caracterizar la comunidad de reptiles en su totalidad. La estructura y composición de reptiles fue significativamente diferente entre la cobertura boscosa y las zonas intervenidas, sin embargo la presencia de cerca del 50% de las especies en los tres hábitats revelan la importancia de empezar a evaluar los diferentes tipos de coberturas (naturales y transformadas) que componen el paisaje y dilucidar cómo estos podrían constituir un elemento importante para la conservación y manejo de la diversidad en paisajes seminaturales.

**Palabras clave:** fragmentación, minería, silvopastoril, reptiles, bosque seco.

## 1 Introducción

Los bosques secos tropicales (bs-T) se definen por lo general como aquellas formaciones vegetales que presentan una cobertura boscosa continua y que se distribuyen entre los 0 - 1.000 m; presentan temperaturas superiores a los 24°C y precipitaciones entre los 700 y 2.000 mm<sup>3</sup> anuales, con uno o dos periodos marcados de sequía al año [17, 18]. En la actualidad estos bosques constituyen uno de los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico, debido a que por la fertilidad de sus suelos, ha sido objeto de una intensa transformación antrópica [19, 9].

En Colombia el bs-T es considerado entre los tres ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos. Algunos estimativos señalan que de bosques secos en nuestro país, sólo existe cerca del 1,5% de su cobertura original de 80.000 km<sup>2</sup> [13]. Para el valle seco del río Magdalena, se tienen datos de los remanentes del norte de Tolima, donde existen cerca de 31 fragmentos de bosque con un tamaño promedio de 155,5 ha [35].

El monitoreo de la diversidad biológica es hoy en día una prioridad para los científicos e investigadores debido a los cambios, las pérdidas y modificaciones que se están presentando en los diferentes ecosistemas del país. Por lo tanto, se vuelve importante contar con técnicas de muestreo y monitoreo que sean integrales, rentables y estandarizadas para realizar trabajos confiables y precisos y, que en un futuro, estos resultados puedan ser comparables entre sí, con el fin de generar herramientas para poder determinar el estado actual de dicho ecosistema [14]. En Colombia han sido descritas 584 especies de reptiles, especialmente del grupo de los escamados (orden *Squamata*) [37] y, junto con Brasil y Venezuela, alberga el mayor número de especies de tortugas y de cocodrilos de América del Sur [31, 8]. La mayoría de las especies de reptiles colombianos viven en ecosistemas terrestres en donde seguramente, al igual que en otras regiones del mundo, juegan un papel importante en la funcionalidad de los mismos [8].

A pesar de ser uno de los grupos más diversos y de gran importancia ecológica y económica en Colombia, el estado de conocimiento sobre cualquier aspecto de su biología, bien podría ser el más escaso en comparación con otros grupos de vertebrados terrestres colombianos [30]. Esto puede deberse a que este grupo presenta poca aceptación por parte del ser humano y generalmente son atacados por falta de conocimientos y temores por los peligros que pueden representar. A pesar de esto, se puede considerar que los reptiles juegan un papel importante en los ecosistemas, ya que por su alta densidad o biomasa pueden regular las poblaciones de invertebrados o incluso pueden cumplir funciones de dispersores de semillas, como es el caso de las tortugas.

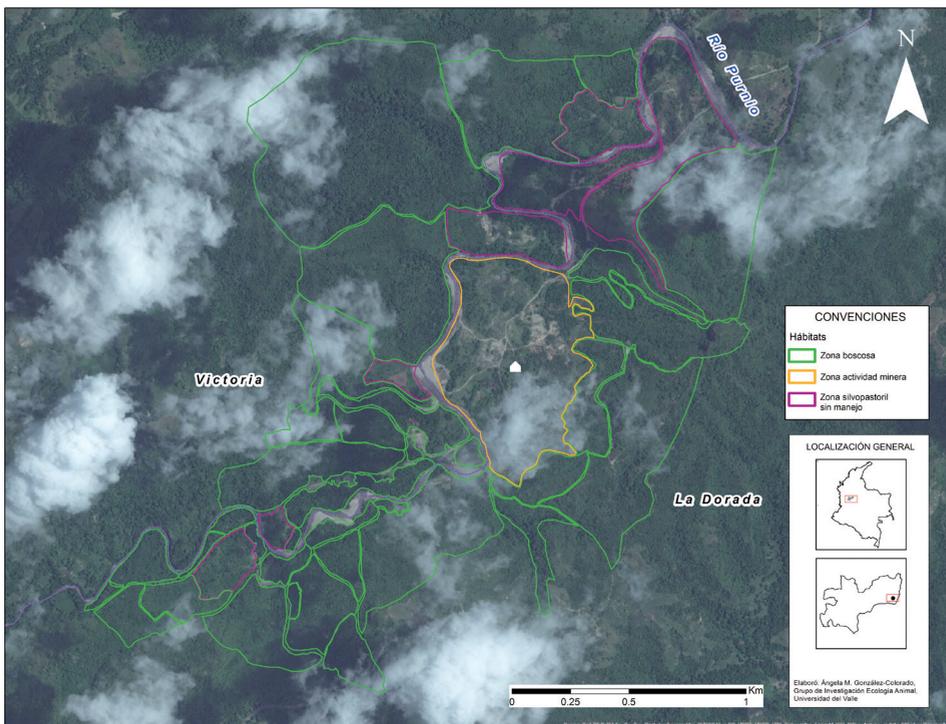
A nivel nacional, algunos autores han realizado investigaciones acerca de la diversidad, distribución y ecología de los reptiles de ecosistemas secos [12, 29, 6, 3, 24, 26], encontrando una diversidad importante en este grupo. Así mismo, se han reportado para estas zonas 25 especies con algún tipo de amenaza, de las cuales siete (7) se han catalogado en estado vulnerable (VU), 10 en peligro (EN) y ocho en peligro crítico (CR) [36]. Dada la acelerada transformación que ha sufrido el ecosistema de bosque seco, es importante empezar a enfocar los esfuerzos de investigación en determinar cómo las matrices transformadas (potreros, tierras cultivadas, zonas de extracción de materiales, entre otros) pueden albergar algunas

especies que tienden a ser menos vulnerables a procesos de fragmentación y actuar como zonas de paso para las especies más susceptibles que habitan sólo en las coberturas naturales. En este sentido, el propósito del presente trabajo fue caracterizar la diversidad biológica de reptiles en tres unidades de paisaje contrastantes (área de minería, sistema silvopastoril y área de bosque) asociadas a un fragmento de bs-T en la hacienda La Española, corregimiento de Guarinocito, municipios de Victoria y Dorada, departamento de Caldas.

## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

La hacienda La Española ( $5^{\circ} 51.9' N - 74^{\circ} 45.7' W$ ) tiene un área total de 414 ha y un relieve que va desde 240 a 600 m (Figura 1). Se encuentra dentro del bioma de bosque seco tropical (bs-T), con un patrón de lluvias de tipo bimodal tetraestacional de dos periodos lluviosos (mayo – junio y septiembre – noviembre) y dos periodos secos (enero – abril y julio – agosto). De acuerdo con la estación meteorológica Ideam - Dorada (IDEAM), ubicada en el municipio La Dorada, esta zona presenta una precipitación anual promedio de 1.590 mm<sup>3</sup> y una temperatura de 28 °C. La zona de estudio se dividió en tres unidades de paisaje contrastantes: área de bosque, sistema silvopastoril y área de minería.



**Figura 1.** Mapa del área de estudio, departamento de Caldas, municipio la Dorada, hacienda La Española La Dorada – Purrío – Guarinocito – Caldas.

El área de bosque (B) abarca un total de 314,1 ha equivalente al 75,9% de la zona; se caracterizó por presentar una estructura vegetal compuesta de los estratos arbustivo, arbóreo inferior y arbóreo superior, acompañados de algunas especies de árboles emergentes. En las áreas más cercanas a las zonas intervenidas (sistema silvopastoril y área de minería), la cobertura se hace menos densa (ausencia de estrato arbóreo superior), presentando claros de bosque donde predominan las herbáceas y los arbustos. Es atravesada por varios cuerpos de agua (quebradas y charcas estacionales) que desembocan en el río Purnio.

El sistema silvopastoril (S) abarca un total de 56,6 ha equivalentes al 13,8% de la zona; predomina el estrato arbustivo y los crecimientos de rastrojos con especies vegetales pioneras. En gran parte de su extensión se encontraron cultivos abandonados de palma de vino (*Attalea butyracea*) en proceso de regeneración. Así mismo, se presentan pequeños parches boscosos mezclados con sitios de rastrojos bajos y altos de especies en su mayoría pioneras.

El área de minería (M) abarca un total de 43,3 ha equivalentes al 10,5% de la zona, estuvo dedicada principalmente a la extracción de material de arrastre; por lo cual, se encuentra desprovisto de vegetación en la mayor parte del suelo. En las zonas donde ha cesado la extracción minera, hay vegetación baja, predominando las hierbas, arbustos y en ocasiones algunos árboles de porte bajo. También se encuentran pastizales inundables y algunos cuerpos de agua estancada producto de las excavaciones.

Para una descripción más detallada acerca de la estructura y composición vegetal en cada uno de los hábitats muestreados, revisar Vargas *et al.* [40].

## 2.2 Métodos de muestreo

Se realizaron cuatro jornadas de campo entre abril y julio de 2014, con una duración de nueve días, donde cada una de las tres áreas fue muestreada durante tres días consecutivos. Los muestreos se realizaron mediante el método de Relevamiento por Encuentro Visual (REV), que consistió en recorrer trayectos lineales de 300 m (previamente establecidos) con cinco metros de ancho, abarcando en total un área de 1.500 m<sup>2</sup>. Estos trayectos fueron recorridos por cuatro personas caminando en forma de zig-zag, removiendo y escarbando entre la hojarasca y los troncos con el fin de abarcar la mayor cantidad de microhábitats posibles para este grupo y así registrar la mayor cantidad de especies. Cada trayecto fue muestreado dos veces, en jornada diurna (8:00 – 12:00 h) y nocturna (19:00 – 23:00 h), para un total diario de 32 horas de trabajo/hombre, 384 horas/hombre para cada hábitat y 1.152 horas/hombre durante todo el estudio.

Los individuos capturados se identificaron en campo; en caso de no poder realizar la identificación éstos fueron colectados (especímenes voucher) como referencia para la confirmación de la identidad taxonómica en el laboratorio de Ecología Animal de la Universidad del Valle. El protocolo de fijación consistió en sacrificar los animales mediante una inyección de Roxicaína al 5%, posteriormente fueron fijados en una bandeja siguiendo el protocolo de preparación de especímenes científicos [16]. Los especímenes se depositaron en la Colección Zoológica de Prácticas de Docencia de la Universidad el Valle, bajo el permiso de colecta Convenio 5212085 de 2014 en el marco de la III Convocatoria Nacional a la Biodiversidad, año 2013.

### 2.3 Análisis de datos

A partir de los datos obtenidos se realizaron curvas de acumulación de especies para cada unidad de paisaje con el fin de evaluar la representatividad del esfuerzo de muestreo [20]. Los análisis fueron realizados en el programa EstimateS (versión 9.0.0). Los estimadores de riqueza utilizados fueron de tipo no paramétricos, Jackknife 1, 2 y Bootstrap, los cuales se usan cuando no se asume homogeneidad ambiental en las muestras (distintos hábitats) [22, 23]. El primero tiene en cuenta número de especies exclusivas, mientras que el segundo no asume homogeneidad ambiental en las muestras [23]. Finalmente, Bootstrap considera el número de especies raras en la muestra teniendo en cuenta el número de registros por especie. Se partió del supuesto que el esfuerzo de muestreo fue máximo y que entre más especies raras se encuentren, mayor será el número de especies que quedan por aparecer. También se graficaron los Singletons y Doubletons para determinar si el número de especies raras disminuye a medida que el esfuerzo de muestreo aumenta.

La diversidad alfa ( $\alpha$ ) para cada unidad de paisaje se consideró como el número total de especies. Con el fin de comparar la abundancia de las especies entre las tres unidades de paisajes, se realizó una prueba de Kruskal – Wallis; prueba no paramétrica análoga al ANOVA en el programa estadístico PAST. Adicionalmente, para detectar diferencias en la composición de especies se llevó a cabo el análisis no paramétrico de similitud (ANOSIM), el cual se basa en una medida de distancia que parte de las matrices de similaridad de Bray Curtis [10]. También, se estimó el aporte de cada especie en la diferencia entre hábitats, determinada por el porcentaje de disimilitud entre ellas, mediante la subrutina SIMPER del programa estadístico PRIMER versión 7 [10].

Para evaluar la diversidad beta ( $\beta$ ) o el recambio de especies por unidad de paisaje se estableció la complementariedad de hábitats, mediante el Índice de Complementariedad [11]. Éste se refiere al grado de similitud en la composición de especies entre pares de hábitats, realizando comparaciones por pares. El índice varía entre cero y uno; cero indica que los hábitats comparados son idénticos en cuanto a composición de especies y uno, que las especies presentes son completamente diferentes. Este índice se expresó en porcentaje [11].

## 3 Resultados

### 3.1 Diversidad total

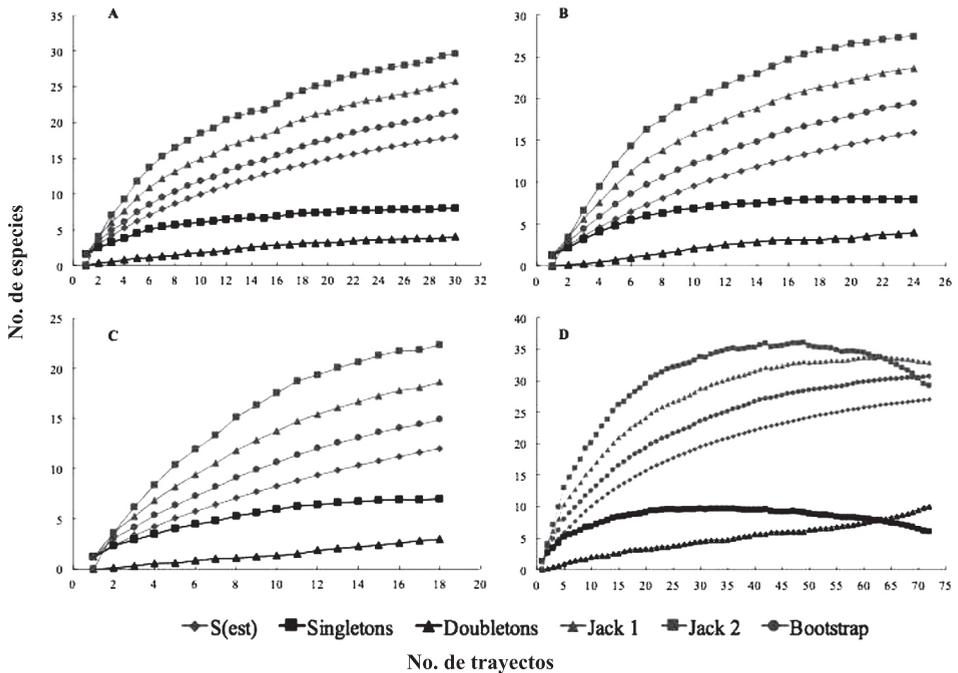
En los muestreos realizados en las tres unidades de paisaje, se registró un total de 188 individuos, distribuidos en 27 especies de 14 familias y dos órdenes. Las familias más representativas fueron *Colubridae* y *Teiidae* (18,5% del total de especies registradas), mientras que las familias *Anomalepididae*, *Corytophanidae*, *Gekkonidae*, *Iguanidae*, *Leptotyphlopidae*, *Phyllodactylidae*, *Scincidae* y *Viperidae* presentaron solamente una especie, donde cada una representa el 3,5% de la riqueza total.

La especie más abundante fue *Holcosus festivus* con un total de 81 individuos registrados (43,1% de la abundancia total), seguido de *Cnemidophorus lemniscatus* (14 individuos - 7,5%), *Caiman crocodilus* (13 individuos - 6,9%), y *Basiliscus galeritus* y *Ameiva bifrontata*, ambos con 10 individuos (5,3%) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies y número de registros en las tres unidades de paisaje evaluadas en la hacienda La Española, La Dorada – Purnio – Caldas. Especies exclusivas del área de bosque (\*), sistema silvopastoril (+) y área de minería (~); Registros fuera de trayectos (X).

Orden	Familia	Especie	Número de registros por especie			
			Bosque	Silvopastoril	Minería	
Crocodylia	<i>Alligatoridae</i>	<i>Caiman crocodilus</i>		2	11	
	<i>Anomalepididae</i>	<i>Liotyphlops albirostris</i>			1~	
	<i>Colubridae</i>	<i>Drymarchon corais</i>	1*			
	<i>Colubridae</i>	<i>Imantodes cenchoa</i>	1		1	
	<i>Colubridae</i>	<i>Ninia atrata</i>	2*			
	<i>Colubridae</i>	<i>Rhinobothryum bovallii</i>		1+		
	<i>Colubridae</i>	<i>Spilotes pullatus</i>	1	1		
	<i>Corytophanidae</i>	<i>Basiliscus galeritus</i>	9	1		
	<i>Dipsadidae</i>	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	4	2	1	
	<i>Dipsadidae</i>	<i>Erythrolamprus melanotus</i>	2*			
	<i>Gekkonidae</i>	<i>Hemidactylus brookii</i>			2~	
	<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>		2	2	
	<i>Leptotyphlopidae</i>	<i>Trilepida macrolepis</i>	1*			
	Squamata	<i>Phyllodactylidae</i>	<i>Thecadactylus rapicauda</i>	2*		
		<i>Polychrotidae</i>	<i>Anolis auratus</i>		4+	
		<i>Polychrotidae</i>	<i>Anolis tropidogaster</i>	3	1	
		<i>Polychrotidae</i>	<i>Anolis sp.</i>	2*		
<i>Scincidae</i>		<i>Mabuya mabouya</i>	1		1	
<i>Sphaerodactylidae</i>		<i>Gonatodes albogularis</i>	1	4	1	
<i>Sphaerodactylidae</i>		<i>Lepidoblepharis sp.</i>	5	2		
<i>Sphaerodactylidae</i>		<i>Lepidoblepharis sanctaemartae</i>	2*			
<i>Teiidae</i>		<i>Ameiva bifrontata</i>	3	6	1	
<i>Teiidae</i>		<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>		6	8	
<i>Teiidae</i>		<i>Holcosus anomalus</i>		1	2	
<i>Teiidae</i>	<i>Holcosus festivus</i>	65	9	7		
<i>Teiidae</i>	<i>Tupinambis teguixin</i>		1+			
<i>Viperidae</i>	<i>Bothrops asper</i>	1	1			
Testudines	<i>Kinosternidae</i>	<i>Kinosternon leucostomum</i>	X	X	X	
	<i>Kinosternidae</i>	<i>Chelonoidis carbonarius</i>			X	
	<i>Emydidae</i>	<i>Trachemys callirostris</i>			X	
	<i>Geoemydidae</i>	<i>Rhinoclemmys melanosterna</i>	X		X	

Según los estimadores de riqueza Jack 1, Jack 2 y Bootstrap, a nivel general, se alcanzó una representatividad total entre 82 - 93% de las especies esperadas. Para los estimadores Jack 1 y Bootstrap, la curva de acumulación de especies empieza a alcanzar la asíntota, con un comportamiento similar al número de especies observadas en campo, mientras que en Jack 2, la asíntota se alcanza completamente (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de acumulación de especies del área de bosque (A), sistema silvopastoril (B), área de minería (C) y (D) acumulado en el paisaje, usando los estimadores Jacknife 1, Jacknife 2, Bootstrap, Singletons y Doubletons.

Adicionalmente, se registraron cinco especies mediante encuentros fortuitos, las cuales fueron observadas por fuera de los trayectos y horario de muestreo establecido; estas especies son: *Dendrophidion bivittatus*, *Leptophis depressirostris*, *Pseudoboa newwiedii*, *Tantilla melanocephala* y *Micrurus dumerilli*.

Cabe resaltar la presencia de cuatro especies de tortugas (*Kinosternon leucostomum*, *Chelonoidis carbonarius*, *Trachemys callirostris* y *Rhinoclemmys melanosterna*) en el área de estudio. Estas cuatro especies se registraron en el área de minería; en el área de bosque, se encontraron *K. leucostomum* y *R. melanosterna* y en el sistema silvopastoril, sólo *K. leucostomum*. Estas especies fueron registradas predominantemente en los estanques de agua permanentes que se forman en cada tipo de cobertura. Todas las especies, excepto *C. carbonaria*, son semiacuáticas.

### 3.2 Diversidad alfa

Cuando se evaluó cada hábitat por separado, en ninguna de las zonas de trabajo se alcanzó a registrar el total de las especies que se esperaba que conformaran la comunidad de reptiles, resultando en que los estimadores predijeran un mayor número de especies que la observada en campo. El área de bosque tuvo mayor representatividad de muestreo (60,8 - 83,7%), seguido del sistema silvopastoril (58,2 - 82,3%) y finalmente, el área de minería

(53,8 - 80,5%). Según los estimadores Jack 1 y 2, aún quedan especies por registrar; en el área de bosque entre 8 - 12, en el sistema silvopastoril entre 8 - 11 y minería entre 7 - 10 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Número de especies observadas y estimadas en tres paisajes contrastantes en un bosque seco tropical.

Fragmento	No. de especies observadas	No. de especies estimadas			Representatividad del inventario (%)
		Jack 1	Jack 2	Bootstrap	
Bosque	18	26	30	22	60,8 - 83,7
Silvopastoril	16	24	27	19	58,2 - 82,3
Minería	12	19	22	15	53,8 - 80,5
Paisaje	17	33	29	31	82,0 - 92,6

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las abundancias de los tres hábitats ( $H=1,59$ ;  $p=0,41$ ). La mayor riqueza de especies y abundancia de individuos se encontró en el bosque (18 especies, 56,4% de la abundancia total). Por su parte, el área de minería registró los valores más bajos (12 especies, 20,2% de la abundancia total). El sistema silvopastoril obtuvo valores intermedios de riqueza y abundancia (16 especies, 23,4% de la abundancia total) (Tabla 1).

El análisis ANOSIM determinó que existen diferencias significativas respecto a la composición de reptiles entre los tres hábitats ( $R=0,185$ ;  $p=0,001$ ). Se encontraron diferencias entre el bosque y los hábitats intervenidos (sistema silvopastoril y minería) (B-S:  $R: 0,346$ ;  $p=0,001$ ; B-M:  $R: 0,146$ ;  $p=0,020$ ), mientras que la composición de especies entre los hábitat intervenidos fue similar (M-S:  $R: 0,016$ ;  $p=0,335$ ).

Al analizar de manera conjunta la composición y abundancia de especies, se encontró que la mayor disimilitud la presentan el bosque y el área de minería (94%), donde *H. festivus* (23,3%), *C. crocodilus* (12,3%) y *C. lemniscatus* (11,3%) contribuyeron en mayor medida a esta diferencia. El sistema silvopastoril y el área de minería también presentaron alta disimilitud (88,7%), donde igualmente *C. crocodilus* (15,2%) y *C. lemniscatus* (13,8%) fueron las especies de mayor aporte.

### 3.3 Diversidad beta

En el área de bosque se registró el mayor número de especies exclusivas (siete especies), seguido del sistema silvopastoril (tres especies) y por último el área de minería (dos especies) (Figura 3). Se obtuvo una complementariedad promedio de 65,7% para todos los hábitats. La mayor complementariedad (mayor recambio de especies) se registró entre las áreas de bosque y minería (75%); las combinaciones entre bosque - silvopastoril (B-S) y minería - silvopastoril tuvieron valores muy cercanos (59 y 60% respectivamente).



**Figura 3.** Especies de reptiles exclusivas de los tres hábitat evaluados, bosque (b), silvopastoril (s) y minería (m). A- *Trilepida macrolepis* (b), B- *Ninia atrata* (b), C- *Erythrolamprus melanotus* (b), D- *Rhinobothryum bovallii* (s), E- *Thecadactylus rapicauda* (b), F- *Tupinambis teguixin* (s), G- *Anolis auratus* (s) y H- *Hemidactylus brookii* (m). Fotos: Andrés Gómez (A, B, C, D, G), Ximena García-González (E y F) y Diana Motta (H).

#### 4 Discusión

La riqueza de especies registradas en el presente estudio fue de aproximadamente el 5% (27 spp.) del total de especies reportadas para Colombia (512 spp., 211 saurios, 261 serpientes, 34 tortugas y 6 crocodilidos) [25], se encontraron nueve especies de serpientes (33% de la riqueza total). Este grupo estuvo menor representado que los lagartos, de los cuales se obtuvo el 66% de la riqueza observada. En cuanto a la representatividad de este estudio con relación a la fauna de reptiles conocidos para ecosistemas secos, la fauna registrada representa aproximadamente el 41,5% [26]. Este resultado concuerda con lo encontrado en otras investigaciones, donde las serpientes en general son el grupo con menor número de especies e individuos [12, 6, 3, 28]. Este patrón se debe principalmente a sus hábitos crípticos, fosoriales y estrategias de escapes que dificultan su visualización [26]. Adicionalmente, al constituirse como un depredador en la cadena trófica poseen baja abundancia y alta dependencia poblacional a la dinámica de sus presas en comparación con los otros reptiles [32, 38, 39, 6, 24]. La riqueza de especies registradas en el presente estudio es similar a lo reportado por otras investigaciones en los bosques secos del río Magdalena [12, 26], departamento de Córdoba [6], Norte de Santander [3] y en las ciénagas aledañas a los bosques secos del departamento de Cesar, los cuales encontraron entre 26 y 35 especies.

El método de muestreo empleado, el cual permite recorrer distancias puntuales dentro de un paisaje es un método efectivo para obtener una buena representatividad en la diversidad de especies de un sitio. Sin embargo, se recomienda acompañar este tipo de muestreos con otras

actividades para aumentar la detección de especies raras, asegurando la representatividad de la mayor parte de las especies del ensamble, especialmente de serpientes [23].

La homogeneidad de la abundancia entre los tres tipos de zonas puede estar influenciada por la alta presencia de *Leptodeira septentrionalis*, *A. bifrontata*, *C. lemniscatus* y *Holcosus anomalus* que se encuentran presentes en casi todos los hábitats. Estas especies se caracterizan por tener hábitos generalistas, por lo que se ven favorecidas por la amplia gama de condiciones presentes tanto en los hábitats intervenidos como en las coberturas naturales [28, 38, 1, 26, 34]. Las especies más generalistas son altamente heliófilas; éstas requieren de gran cantidad de radiación solar para su funcionamiento metabólico y poseen forrajeo activo, lo cual podría ser una ventaja competitiva en hábitats abiertos o con estructura vegetal baja (arbustos bajos, herbáceas, pastos); características de historia natural que hacen a estas especies menos vulnerables a la fragmentación [4, 38].

El 47,8% (11 spp.) de las especies que habitaban el bosque, se registraron en alguna de las otras dos unidades. Este fenómeno representa el patrón de respuesta ante pequeños cambios en gradientes espacio-temporales y cambios micro-climáticos (no evaluados en este estudio) generados en función de la proximidad de los sistemas productivos (zona silvopastoril y de actividad minera) y los parches de bosque [17, 12, 6]. Este patrón revela la importancia de empezar a evaluar los diferentes tipos de coberturas (naturales y transformadas) que componen el paisaje y dilucidar cómo estos podrían constituir un elemento importante para la conservación y manejo de la diversidad de reptiles en paisajes seminaturales [7, 28].

Las diferencias en composición de especies entre los hábitats son debidas al efecto que tienen los procesos de fragmentación en las condiciones ambientales y vegetales de los bosques. Como ha sido encontrado en otros estudios de diversidad en bosques secos, la composición de especies se ve afectada principalmente por variables como porcentaje de suelo desnudo, tamaño del fragmento, cobertura de herbáceas, cobertura de dosel y temperatura [34, 38, 7]. Estas condiciones ambientales contrastantes hacen que especies como *H. festivus* se encuentren principalmente en zonas boscosas, mientras que *C. lemniscatus* y *C. crocodylus* predominen en hábitats abiertos como la zona de extracción minera donde realizan diferentes actividades como la termorregulación y búsqueda activa de alimento. Por su condición de heliotérmicos estas especies de zonas abiertas podrían presentar problemas de termorregulación en las zonas con amplia cobertura de dosel [38].

La composición de serpientes varió entre los hábitats evaluados, donde el área de bosque presentó el mayor número de especies exclusivas y número de individuos. Estas especies poseen hábitos predominantemente arbóreos y, como se ha encontrado en otros estudios, este grupo funcional presenta una tendencia a la disminución conforme con la estructura vegetal y se simplifica o desaparece, mostrando un efecto negativo por la presencia de zonas abiertas como el área de minería [40].

Aunque no fue aplicado un método de muestreo específico para tortugas, se encontró un mayor número de especies e individuos de este grupo en la zona con mayor intervención. Este resultado es contrario a lo encontrado en otros estudios donde la riqueza y abundancia de tortugas disminuye con la perturbación del hábitat, indicando que este grupo es

particularmente sensible a procesos de fragmentación [33, 34]. Estudios realizados en la zona, han relacionado la presencia de especies de tortugas con la existencia de los ambientes lóticos que se encuentran en las zonas intervenidas, los cuales cumplen con los requerimientos de hábitat (aguas turbias y de fondos fangosos) y ofertan una variedad de fuentes alimenticias para la supervivencia del grupo [27]. Otro factor importante es la presencia de gran cantidad de individuos de crecimiento arbóreo y arbustivo como *Attalea butiracea* y *Croton leptostachyus*, los cuales producen frutos y flores comestibles que están disponibles gran parte del año [40] para consumo de las especies frugívoras y omnívoras (*C. carbonarius*, *K. leucostomum*).

La comunidad de reptiles de la hacienda La Española está compuesta por especies que se han adaptado a áreas abiertas y con diferentes grados de perturbación; sin embargo, existen elementos que dependen de la vegetación asociada a cuerpos de agua, de la cobertura de dosel y de otras características vegetales presentes en los remanentes de bosque, los cuales son determinantes para soportar poblaciones de este grupo animal [2]. Sumado a esto, la diversidad beta de la zona revela que los hábitats pueden estar actuando como un continuo de coberturas dentro de una misma matriz, donde las unidades de paisajes intervenidos (minería y silvopastoril) están siendo utilizadas por algunas especies como corredores para ingresar a los parches de bosque circundantes; condición que deberá ser evaluada en detalle para determinar el valor de este tipo de arreglos del paisaje donde confluyen sistemas naturales y transformados. Esto le confiere a la localidad un mayor valor de importancia en procesos de conservación dirigida hacia los remanentes de bs-T, ya que estos pueden estar aportando, en la zona de influencia, características estructurales a los grupos y ensamblajes de especies que habitan y/o hacen uso de este y aportan a la dinámica de los ecosistemas. Por estas razones es que se hace necesario la conservación y protección de los remanentes boscosos por su potencial de albergar especies con requerimientos específicos.

### Agradecimientos

Al señor Mario Fernando Velasco, propietario de la Hacienda La Española, por facilitar el apoyo logístico necesario para la realización de este estudio. A los profesionales y asistentes de campo que apoyaron las jornadas de muestreo: Diana Motta, Estefanía Alzate, Natalia Rivera, Jorge Torres, Carlos Burbano, Monica Gómez, Davis Velasquez y Wilmar Bolívar. Este trabajo fue financiado por el proyecto de investigación: "Implementación de indicadores biológicos como herramienta para evaluar cambios en la integridad ecológica de los fragmentos de bosque seco tropical presentes en Victoria - La Dorada, Caldas" CI7945, Universidad del Valle, Corpocaldas, Ecopetrol (Convenio de colaboración N° 5212085/2013).

### Referencias bibliográficas

- [1] Angarita-M., O.; Montes-Correa, A. C.; and Renjifo, J. M. (2015) Amphibians and reptiles of an agroforestry system in the Colombian Caribbean; *Amphibian & Reptile Conservation*, Vol. 8(1): 33–52 (e92).

- [2] Almendaris, A.; Hamilton, P.; Mouette, C.; and Robles, C. (2012) Análisis de la herpetofauna de los bosques secos y de transición de la Reserva Biológica Tito Santos, Manabí, Ecuador. *Revista Politécnica*, 30 (3): 62- 82.
- [3] Armesto, O.; Gutiérrez, D. R.; Pacheco, R. D., y Gallardo, A.O. (2011) Reptiles del municipio de Cúcuta (Norte de Santander, Moreno-Arias & Quintero-Corzo 193 Colombia). *Boletín Científico del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas* 15 (2): 157 - 168.
- [4] Avila-Pires, T. C. (1995) Lizards of brazilian amazonia (Reptilia: Squamata). *Zool Verh Leiden* 299:1–706.
- [5] Cáceres-Andrade, S. y Urbina-Cardona, J. N. (2009) Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, Caldasia, departamento del Meta, Colombia. *31*(1), 175-194.
- [6] Carvajal-Cogollo, J. E. y Urbina-Cardona, J. N. (2008) Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical, en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1(4): 397-416.
- [7] Carvajal-Cogollo, J.E. and Urbina-Cardona, N. (2015). Ecological grouping and edge effects in tropical dry forest: reptile-microenvironment relationships. *Biodiversity Conservation*. Vol.24 (5): 1109.
- [8]. Castaño-Mora, O. V. (Ed.) (2002) Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. ICN-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia, Bogotá-Colombia.
- [9] Ceballos, G. (1995) Vertebrate diversity, ecology, and conservation in: Neotropical dry forest in Tropical Deciduous Forest Ecosystem. Bullock, S.; Medina, E. & Mooney, H. A. (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge; pp. 195-222
- [10] Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology* 18 (1): 117–143. doi:10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x. ISSN 1442-9985.
- [11] Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philos. T. Roy. Soc. B*. 345: 101-118
- [12] Dueñez-Gómez, F.; Muñoz-Guerrero, J. y Ramírez-Pinilla, M. P. (2004) Herpetofauna del corregimiento Botillero (El Banco, Magdalena) en la depresión momposina de la región Caribe Colombiana. *Actual Biol* 26 (81): 161-17.
- [13] Etter, A. (1993) Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. En: *Nuestra diversidad biótica*. CEREC y Fundación Alejandro Angel Escobar. pp. 43-61

- [14] Fisher, R., Stokes, D., Rochester, C., Brehme, C., Hathaway, S., & Case, T. (2008). *Herpetological monitoring using a pitfall trapping design in southern California*. U.S. Geological Survey Techniques and Methods (p. 2-A5, 44). Reston, Virginia
- [15] Glor, R. E.; Flecker, A. S.; Benard, M. F.; and Power, A. G. (2001) Lizard diversity and agricultural disturbance in a Caribbean forest landscape. *Biodivers Conserv* 10: 711–723.
- [16] Heyer, W. R.; Donnelly M.A.; McDiarmid, R. W.; Hayek, L.C. and Foster, M.S. (1994) *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- [17] Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). (1997). Caracterización ecológica de cuatro remanentes de bosque seco tropical de la región Caribe colombiana. Grupo de Exploraciones Ecológicas Rápidas, IAVH, Villa de Leyva. 76p.
- [18] Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). (1998). *El bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia*. Programa de Inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24p. Bogotá, D. C., Colombia.
- [19] Janzen, D. H. (1983). Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture. *Oikos*, 41 : 274-283.
- [20] Jiménez-Valverde, A. and Hortal, J. (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8:151-161.
- [21] Laurance, W. F. (1994) Rainforest fragmentation and the structure of small mammal communities in tropical Queensland. *Biological Conservation*, 69: 23-32.
- [22] Magurran, A. E. (1989) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton, Nueva Jersey, EEUU.
- [23] Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. USA: Blackwell Publishing. New Jersey
- [24] Medina-Rangel, G. F. (2011) Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 59 (2): 935- 968.
- [25] Morales-Betancourt, M. A.; Lasso, C. A.; Páez, V. P. y Bock, B. C. (2015) Libro rojo de reptiles de Colombia (2015) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.

- [26] Moreno-Arias, R. y Quintero-Corzo, S. (2015) Reptiles del valle seco del río Magdalena (Huila, Colombia). *Caldasia*, 37 (1): 183- 195. 21.
- [27] Rivera, .N., Giraldo, A. y Carr, J.L. (2014) Ensamblaje de tortugas en un fragmento de bosque seco del Magdalena Medio. (En Prensa). *Revista de Ciencias Universidad del Valle*. Santiago de Cali - Colombia.
- [28] Rojas-Murcia, L.E.; Carvajal-Cogollo, J.E y Cabrejo-Bello, J.A. (2015) Reptiles del bosque seco estacional en el Caribe colombiano: Distribución de los hábitas y del recurso alimentario. *Acta Biológica Colombiana*, 21 (2): 365-377.
- [29] Rueda-Almonacid, J. V., Velásquez, A. A., Galvis, P. A. & J. Gualdrón. (2008). Reptiles. En: J. V. Rodríguez-Mahecha, J. V. Rueda-Almonacid & T. D. Gutiérrez-H. (eds.). *Guía ilustrada de la fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes*, Valledupar, Cesar, Colombia: 193-268. Serie de guías tropicales de campo N° 7 Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá.
- [30] Rueda, J. S., Castro, F. y C. Cortez. (2006) Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. En: A. Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha y E. LaMarca. (Eds.). *Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina*. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A. Bogotá, Colombia. 298 pp.
- [31] Sánchez-C, H.; Castaño-M, O. y Cárdenas-A., G. (1995) Diversidad de los reptiles en Colombia. 277-326pp. en: Rangel, O.J (Ed). *Colombia Diversidad Biótica I*. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia- Inderena, Bogotá, 422 pp. I.
- [32] Santos, X., González-Solis, J. and Llorente, G.A. (2000) Variation in the diet of the viperine snake *Natvix mama* in relation to prey availability. *Ecography: Pattern and Diversity in Ecology*. Vol. 23 (2): 185–192.
- [33] Suazo-Ortuño, I.; Alvarado-Díaz, J.; and Martínez-Ramos, M. (2008) Effects of conversion of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Conserv Biol* 22:362–374.
- [34] Márquez-Camargo, C.; Paz-Gutiérrez, J. G. and Rangel-Orozco, J. D. (2015). High resilience of herpetofaunal communities in a human-modified tropical dry forest landscape in western Mexico. *Tropical Conservation Science*. Vol.8 (2): 396-423.
- [35] Torres, Y. y Patiño, E. (1997) Composición florística y estructura de bosques secos, zona norte cuenca del río Patía, departamento de Cauca. *Memorias Primer congreso de biología de la conservación*. Cali, Colombia, julio 9-12, Universidad del Valle.
- [36] Uetz, P. & Hosek, J. (2014) The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. Visitada 23 abr 2014.

- [37] Urbina-Cardona, N.J.; Bernal, A. E.; Giraldo-Echeverry, N. y Echeverry- Alcendra, A. (2015) El monitoreo de la herpetofauna en los procesos de restauración ecológica: indicadores y métodos. 134-206 p. En: Aguilar-Garavito, M. y Ramírez, W. (eds.). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- [38] Urbina-Cardona, J.N. y Reynoso, V.H. (2005) Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en la Reserva de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Capítulo 15. en: Halffter, G. J.; Soberón, P.; Koleff y Melic, A. (eds.) Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. CONABIO, SEA, DIVERSITAS & CONACyT. Volumen 4. Editorial Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. Pp.191-207.
- [39] Urbina-Cardona J.N.; Olivares-Pérez, M.I.; Reynoso, V.H. (2006) Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across the pasture-edge-interior gradient in tropical rainforest fragments in the region of Los Tuxtlas, Veracruz. *Biological Conservation*. Vol 132:61-75.
- [40] Vargas-Figueroa, J.A., González-Colorado, A. M., Barona-Cortés, E., Bolívar-García, W., y Giraldo-López, A. (En Prensa). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada y Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias Universidad del Valle*. Santiago de Cali, Colombia. En prensa.

### **Dirección de los autores**

Luz Ángela Flórez Jaramillo  
 Grupo de Investigación en Ecología, Departamento de Biología,  
 Universidad del Valle, Cali - Colombia  
 luzanflo@gmail.com

Eliana Barona Cortés  
 Grupo de Investigación en Ecología, Departamento de Biología,  
 Universidad del Valle, Cali - Colombia  
 eliana.barona@correounivalle.edu.co